**Задание 1**

При частичном прокаливании гидроксида меди (II) масса реакционной смеси уменьшилась на 7,35%. Полученная смесь прореагировала полностью со 150г 19,5%-ного раствора соляной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

**Ответы к заданию 1**

**Решение вариант 1**

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ | баллы |
| (1)Cu(OH)2→CuO + H2O | **1** |
| М(Cu(OH)2) =98г/моль М(CuO)=80 г/моль М(Н2О)=18г/моль  При полном разложении 1 моль Cu(OH)2 убыль массы 18/98= 18,36% | **1** |
| Если разложилось n моль Cu(OH)2 - то убыль массы 7,35%.  Если разложилось 1моль Cu(OH)2 - то убыль массы 18,36%.  Решив пропорцию, находим: n(Cu(OH)2) разл=0,4 моль | **1** |
| Если исходно было х моль Cu(OH)2 , то разложилось  n(Cu(OH)2) разл= n(CuO)образ =0,4х n(Cu(OH)2) ост=0,6х | **1** |
| (2)CuO +2HCl→CuCl2+ H2O | **1** |
| (3)Cu(OH)2+ 2HCl→CuCl2+ 2H2O | **1** |
| n(HCl) =150. 0,195/36,5=0,8моль | **1** |
| n(HCl) (2)=2n(CuO=2.0,4х моль | **1** |
| n(HCl) (3)=2n(Cu(OH)2)ост =2 .0,6х моль | **1** |
| 2.0,4х +2 .0,6х=0,8  х=0,4 моль. **Это исходное число моль Cu(OH)2** | **1** |
| n(Cu(OH)2) ост=0,6х = 0,6 .0,4 =0,24 моль | **1** |
| n(CuCl2) (3)= n(Cu(OH)2) ост=0,24 моль | **1** |
| n(CuO)образ =n(Cu(OH)2) разл= 0,4х =0,4 .0,4 =0,16 моль | **1** |
| n(CuCl2) (2)= n(CuO)образ =0,16 моль | **1** |
| m (Cu(OH)2) ост=0,24.98=23,52г | **1** |
| m (CuO)образ =0,16.80 =12,8г | **1** |
| mр-ра=23,52+12,8+150=186,32г | **1** |
| n(CuCl2)общ =0,24 +0,16=0,4 моль | **1** |
| m (CuCl2) =135.0,4=54г | **1** |
| ω(Cu Cl2)==28,98% ≈ 29% | **1** |
| **Итого** | **20**  **баллов** |

**Возможен другой вариант решения**

**Решение Вариант 2**

|  |  |
| --- | --- |
| Ответ | баллы |
| (1)Cu(OH)2→CuO + H2O | **1** |
| (2)CuO +2HCl→CuCl2+ H2O | **1** |
| (3)Cu(OH)2+ 2HCl→CuCl2+ 2H2O | **1** |
| Пусть n(Cu(OH)2) =х, тогда (здесь ω- это доля, на которую уменьшилась масса за счет образовавшейся воды)  m(H2O)1= n(Cu(OH)2) . М(Cu(OH)2) .ω=х.98. 0,0735=7,2х | **1** |
| n(H2O)1=7,2х/18=0,4х | **1** |
| n(Cu(OH)2) разл= n(CuO)образ =0,4х n(Cu(OH)2) ост=0,6х | **1** |
| m (Cu(OH)2) ост=0,6х.98=58,8х | **1** |
| m (CuO)образ =0,4х.80 =32х | **1** |
| m конеч.смеси=58,8х+32х=90,8х | **1** |
| ω(CuO)==35,2% ω(Cu(OH)2) ==64,8% | **1** |
| n(HCl) =150. 0,195/36,5=0,8моль | **1** |
| n(CuO)+ n(Cu(OH)2) =1/2 n(HCl) =0,4 моль | **1** |
| Пусть масса смеси равна m. Тогда  n (CuO)= | **1** |
| n(Cu(OH)2) = | **1** |
| + =0,4 | **1** |
| Решив это уравнение, получим m=36,32г | **1** |
| mр-ра=36,32 +150=186,32г | **1** |
| n(CuCl2) =1/2 n(HCl) =0,4 моль | **1** |
| m (CuCl2) =135.0,4=54г | **1** |
| ω(Cu Cl2)==28,98% ≈ 29% | **1** |
| **Итого** | **20**  **баллов** |

**Задание 2**

При взаимодействии с избыткомводорода оксида **металла 1** массой 19 г образовался **металл 1** массой 13 г. Весь образовавшийся **металл 1** пошел на изготовление пластинки, которую поместили в раствор хлорида **металла 2**. Через некоторое время пластинку вынули, промыли, высушили и взвесили, ее масса оказалась равной 15,8 г. На основании условий задачи:

1.Запишите в общем виде уравнение реакции взаимодействия оксида **металла 1** с водородом. Определите **металл 1**, если известно, что в составе оксида он имеет степень окисления +3.

2. Определите **металл 2**, если известно, что его относительная атомная масса в 1,13 раз больше относительной атомной массы **металла1**. В хлориде металл 2 имеет ст.ок. +2

3. Запишите уравнение реакции взаимодействия **металла 1** с раствором хлорида **металла 2.**  Рассчитайте массу выделившегося на пластине **металла 2**.

4.Приведите примеры использования покрытий, изготавливаемых из **металлов 1 и 2.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Записано уравнение реакции в общем виде  Ме2О3+ 3H2 =2Ме + 3Н2О | **1** |
| Пусть относительная атомная масса **металла 1** =х  Тогда М (Ме2О3) = 2х + 48 | **1** |
| n (Ме2О3)= 19/(2х+48)моль | **1** |
| n (Ме)=13/х моль | **1** |
| n (Ме2О3)= 1/2n (Ме) | **1** |
|  | **1** |
| х= 52г/моль, значит металл 1 – это хром  ***Примечание: расчет может быть выполнен иначе, но ответ должен быть тот же! За расчет-определение металла 1 в этом случае ставится также 6 баллов*** | **1** |
| 2 | М(Ме2)= 52**.** 1,13=58,76≈59г/моль Это никель | **2** |
| 3 | 2Сr + 3NiCl2p-p = 2CrCl3 p-p +3Ni | **1** |
| Масса пластины хрома изменится, так как на неё не только будет осаждаться никель, но часть хромовой пластинки растворится в соответствии с уравнением реакции. Пусть количество вещества хрома перешедшего в р-р *х* моль, тогда количество вещества выделившегося на пластинке никеля равно:n (Ni) =3/2n (Сr)= 1,5x | **1** |
| Тогда масса вынутой после реакции пластинки: m(пластинки после р-ции)= 13- m(Сr)+m (Ni) | **1** |
| m(Сr)= 52x | **1** |
| m (Ni)= 59**.**1,5x=88,5х | **1** |
| 13-52x +88,5x=15,8 | **1** |
| х=0,077моль | **1** |
| n (Ni) = 1,5x=1,5**.**0,077=0,1155моль | **1** |
| m (Ni) =0,1155**.** 130=6,8г  ***Примечание: Расчет может быть выполнен иным способом, но ответ – должен быть тот же - 6,8 г и оценен также в 8 баллов*** | **1** |
|  | Никель используют для декоративныхпокрытий стальных (железных) изделий. Никелированные покрытия обладают рядом ценных свойств: они хорошо полируются, приобретая красивый долго сохраняющейся зеркальный блеск. | **1** |
| Хром используют вкачестве антикоррозионных покрытий стальных изделий. Хромовые покрытия обладают высокими твердостью и износостойкостью, низким коэффициентом трения, прочно сцепляются с основным металлом, а также химически и нагревостойки. | **1** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |

**Задание 3**

Жесткость воды обусловлена присутствием в ней растворимых солей кальция и магния (хлориды, гидрокарбонаты). Различают постоянную и временную жесткость. Временная жесткость устраняется кипячением или добавлением гашеной извести. Постоянная жесткость удаляется добавлением соды. На основании условий задачи:

1. Укажите присутствием, каких солей обусловлена постоянная и временная жесткость воды, и запишите уравнения устранения соответствующей жесткости воды.

2. Рассчитайте сколько литров воды должно пройти через стиральную машину, имеющую термоэлектронагреватель (ТЭН) площадью 157см2, чтобы на нем образовалась карбонатная накипь (плотность 2,37г/см3) толщиной 1мм. Жесткость воды учитывать только временную, обусловленную солью кальция. Содержание этой соли в воде 0,0972% (по массе). При нагревании воды в стиральной машине соль, обуславливающая жесткость, разлагается на 63% и на ТЭН оседает только 20% образовавшейся накипи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Постоянная жесткость обусловлена хлоридами кальция и магния | **1** |
| Временная жесткость обусловлена гидрокарбонатами кальция и магния. | **1** |
| Уравнения реакции устранения постоянной жесткости:  CaCl2 + Na2CO3=CaCO3 + 2NaCl  MgCl2 + Na2CO3=MgCO3 + 2NaCl | **2** |
| Уравнения реакции устранения временной жесткости:  1)Кипячением:  Ca(HCO3)2t=CaCO3 + CO2 + H2O  Mg(HCO3)2t=MgCO3 + CO2 + H2O | **2** |
| 2)Добавлением гашеной извести:  Ca(HCO3)2 + Са(ОН)2 =2CaCO3 + 2H2O  Mg(HCO3)2 + Са(ОН)2 =CaCO3  + MgCO3 + 2H2O | **2** |
| 2 | Уравнение реакции  Ca(HCO3)t=CaCO3 + CO2 + H2O | **1** |
| Считаем объем образовавшейся накипи: V=S**.**l = 157см2**.** 0,1см=15,7 см3 | **1** |
| Считаем массу, образовавшейся накипи: m (СаСО3) на ТЭН =V**.**ρ =15,7 см3 **.**  2,37г/ см3=37,209г | **1** |
| Считаем количество вещества карбоната кальция n (СаСО3) на ТЭН = m/M =37,209/100=0,37209моль | **1** |
| Учтем, что на ТЭН осело только 20% накипи  n (СаСО3) всего = 0,37209моль/0,2= 1,86 моль | **2** |
| n Ca(HCO3)2 разложившегося практически= n(СаСО3) всего = 1,86 моль | **1** |
| Учтем, что разложилось только 63% гидрокарбоната кальция в воде  n Ca(HCO3)2 в воде= n Ca(HCO3)2 разложившегося практически /0,63 = 1,86 /0,63= =2,95моль | **2** |
| m Ca(HCO3)2в воде= 2,95**.**162=477,9г | **1** |
| m воды = m Ca(HCO3)2 в воде **.**100% /ω = 477,9**.**100%/0,0972 =491666,7 г | **1** |
| Объем воды  V = m воды/ρ=491666,7 г /1г/мл =491666,7 мл или 491,7л | **1** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |

**Задание 4**

В пронумерованных пробирках находятся пять различных **средних** солей.  
1)Все соли, кроме **1**, реагируют с раствором гидроксида калия с выделением газа с резким запахом, вызывающего посинение влажной лакмусовой бумаги. Укажите катион, которым образованы соли **2,3,4,5,** дайте пояснения.

2)Соли **1** и **2** имеют одинаковый анион и дают с раствором нитрата серебра белый осадок, а соль **3**-бледно-желтый (кремовый) осадок. Полученные осадки не растворяются в соляной кислоте. Соль **1** окрашивает пламя в желтый цвет.

3) Соли **4**  и **5**  взаимодействуют с раствором хлорида бария, при этом образуются белые осадки. Осадок, образующийся из соли **4**, растворяется в соляной кислоте с образованием газа без цвета и запаха, не поддерживающего горения. Осадок, образующийся из соли **5**, в соляной кислоте не растворяется.

4) Все соли, кроме **1**, при нагревании разлагаются. В процессе термического разложения солей **2,3,4** выделяются только газообразные вещества.

5)Определите составы пяти солей, указанных в задании, заполните таблицу и запишите уравнения описанных реакций.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № соли | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| формула |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Ответ | | | | | | баллы |
| 1 | Если соли реагируют с раствором гидроксида калия с выделением газа с резким запахом, вызывающего посинение лакмусовой бумаги, смоченной водой, то это соли аммония | | | | | | **1** |
| 2 | Белыми осадками серебра, не растворяющимися в соляной кислоте, являются AgCl, Ag2SO4  Бледно-желтые осадки серебра это AgBr, Ag2CO3 или Ag3РO4. Но Ag2CO3 Ag3РO4 не подходят, т.к. они взаимодействуют с соляной кислотой. Значит соль **3** это **бромид аммония**  ***Примечание: рассуждения при ответе не обязательны. Оценивается только состав соли*** | | | | | | **1** |
| Соли **4**  и **5**  взаимодействуют с раствором хлорида бария при этом образуются белые осадки. Белые осадки это могут быть карбонат бария и сульфат бария.  Осадок, образующийся из соли **4** растворяется в соляной кислоте с образованием газа без цвета и запаха, не поддерживающего горения. Значит соль **4** – **карбонат аммония**. Осадок, образующийся из соли **5** в соляной кислоте не растворяется. Значит соль **5** – **сульфат аммония**  ***Примечание: рассуждения при ответе не обязательны***  ***Оцениваются только составы солей*** | | | | | | **2** |
| 3 | Все соли, кроме 1 разлагаются. Соль 1 содержит катион натрия и анион Cl- или SO42-. При этом анион соли 1 такой же как у соли 2. Соль 2 разлагается с образованием только газообразных веществ. Значит соль **2** это **хлорид аммония**, т.к. при разложении сульфата аммония не все образующиеся вещества- газы. Соль **1** окрашивает пламя в желтый цвет, значит это соль натрия Соль **1** это **хлорид натрия**.  ***Примечание: рассуждения при ответе не обязательны***  ***Оцениваются только составы солей*** | | | | | | **2** |
| 4 | Взаимодействие солей аммония со щелочью:  NH4Cl + KOH=NH3 ↑+KCl + H2O | | | | | | **1** |
| (NH4)2CO3 + 2KOH=2NH3 ↑+K2CO3 + 2H2O | | | | | | **1** |
| NH4Br + KOH=NH3 ↑+KBr + H2O | | | | | | **1** |
| (NH4)2SO4 + 2KOH=2NH3 ↑+K2SO4 + 2H2O | | | | | | **1** |
| Взаимодействие солей с раствором нитрата серебра:  NaCl + AgNO3 =AgCl↓ + NaNO3 | | | | | | **1** |
| NH4Cl + AgNO3 =AgCl↓ + NH4NO3 | | | | | | **1** |
| NH4Br + AgNO3 =AgBr↓ + NH4NO3 | | | | | | **1** |
| Взаимодействие солей с хлоридом бария  (NH4)2CO3 + BaCl2 =BaCO3↓+ 2NH4Cl | | | | | | **1** |
| (NH4)2SO4 + BaCl2 =BaSO4↓+ 2NH4 Cl | | | | | | **1** |
|  | Взаимодействие карбоната бария с соляной кислотой  ВаCO3+ 2HCl = BaCl2 +CO2+ H2O | | | | | | **1** |
|  | Разложение солей при нагревании  NH4Cl t=NH3 ↑+HCl ↑ | | | | | | **1** |
| (NH4)2CO3 t=2NH3 ↑+CO2↑ + 2H2O↑ | | | | | | **1** |
| NH4Br t=NH3 ↑+HBr ↑ | | | | | | **1** |
| (NH4)2SO4t=NH3 ↑+ NH4HSO4 или  (NH4)2SO4t=2NH3 ↑+ H2SO4 | | | | | | **1** |
|  | **Итого** | | | | | | **20 баллов** |
| № соли | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| формула | | NaCl | NH4Cl | NH4Br | (NH4)2CO3 | (NH4)2SO4 | |

**Задание 5**

Осуществить цепочку превращений.

Zn + HCl→ X1 +X2→Cu+ X3(конц)→ X4 t→ X2→CuCl2+H2S→ X5→ X1→ X5+AgNO3→X3

Для третьей реакции написать электронный баланс, указать окислитель и восстановитель. Для шестой реакции написать реакцию в молекулярном виде, затем полное и сокращенное ионное уравнение. Указать неизвестные вещества, заполнив таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Неизвестное  вещество | Х1 | Х2 | Х3 | Х4 | Х5 |
| Установленная формула |  |  |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Ответ | баллы |
| 1 | Zn + 2HCl=ZnCl2 + H2 | **1** |
| 2 | H2+ CuO=Cu + H2O | **1** |
| 3 | Cu + 4HNO3(k)→ Cu(NO3)2 + 2NO2 + 2H2O | **2** |
| Сu0-2e→Cu+2 | 1  N+5 +1e→N+4| 2 | **1** |
| Сu0-восстановитель, N+5 (HNO3)-окислитель | **1** |
| 4 | 2Cu(NO3)2 t→2 CuO +4NO2 + O2 | **2** |
| 5 | CuO +2HCl=CuCl2 + H2O | **1** |
| 6 | CuCl2 + H2S=СuS↓ + 2HCl | **1** |
| Cu2+ + 2Cl- + H2S =CuS↓ + 2H+ + 2Cl- | **1** |
| Cu2+ + H2S =CuS↓ + 2H+ | **1** |
| 7 | Zn + 2HCl=ZnCl2 + H2  Возможна любая другая реакция замещения (Ме до H2 + HCl) | **1** |
| 8 | Н2 +Сl2= 2HCl | **1** |
| 9 | HCl+AgNO3=AgCl + HNO3 | **1** |
|  | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Неизвестное  вещество | Х1 | Х2 | Х3 | Х4 | Х5 | | Установленная формула | Н2 | CuO | HNO3 | Cu(NO3)2 | HCl | | баллы | **1** | **1** | **1** | **1** | **1** | | **5** |
|  | **Итого** | **20 баллов** |